

УДК 57.043 : 613.648.2

И.К.ГАЛЕТИЧ, канд. физ.-мат. наук, Ю.И.ВЕРГЕЛЕС

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА СРЕДУ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Рассмотрены теоретические и методологические положения исследований воздействия электромагнитных полей (ЭМП), генерируемых системами мобильной сотовой связи, на среду обитания и здоровье человека. Проведены полевые измерения параметров ЭМП на примере базовой станции сотовой связи стандарта DAMPS (RBS-8) и радиорелейной станции Mini Link-15E в зоне смешанной жилой застройки центральной части г.Харькова, сделаны выводы о в целом безопасном уровне воздействия генерируемых ими ЭМП.

Розглянуто теоретичні та методологічні положення досліджень впливу електромагнітних полів (ЕМП), що генеруються системами мобільного стільникового зв'язку, на довкілля та здоров'я людини. Проведено польові вимірювання параметрів ЕМП на прикладі базової станції стільникового зв'язку стандарту DAMPS (RBS-8) і радіорелейної станції Mini Link-15E в зоні змішаної житлової забудови центральної частини м.Харькова, зроблено висновки про в цілому безпечний рівень ЕМП, що генерується ними.

Paper deals with theoretical and methodological backgrounds for studying the environmental and health impacts of electro-magnetic fields (EMF) generated by the systems of mobile cellular communication. The parameters of EMF were measured in a residential area in the downtown of the city of Kharkiv, Ukraine, where the base station of the standard DAMPS (RBS-8) and the radio-relay station Mini Link-15E have been functioning. The level of EMF impact in that area was assessed as safe to the environmental and human health.

Ключевые слова: сотовая связь, базовые станции, воздействие электромагнитного поля, здоровье человека, окружающая среда.

В настоящее время признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью. С начала 90-х годов произошли изменения в структуре источников ЭМП, связанные с возникновением их новых видов (сотовой и других видов персональной и мобильной коммуникации), освоением новых частотных диапазонов теле- и радиовещания, развитием средств дистанционного наблюдения и контроля и т.д. Особенностью этих источников является создание равномерной зоны "радиопокрытия", что является ничем иным, как увеличением электромагнитного фона в окружающей среде. Термин "глобальное электромагнитное загрязнение окружающей среды" официально введен в 1995 г. Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ), включившей эту проблему в перечень приоритетных для человечества.

Живые организмы в процессе эволюции приспособились к определенному уровню ЭМП, однако, резкое значительное повышение (в историческом аспекте) уровня ЭМП вызывает напряжение адапта-

ционно-компенсаторных возможностей организма. Система сотовой связи сегодня работает в отдельном диапазоне электромагнитных волн от 450-2100 МГц, излучения, которое принадлежит к так называемому неионизирующему излучению. Биологический эффект действия ЭМП формируется в зависимости от дальности абонента от базовой станции и продолжительности действия (частоты и длительности телефонного разговора; состояние здоровья человека, поведение энергии в биологических тканях (вид тканей, глубина проникновения ЭМП в организм).

Источниками ЭМП в сотовой связи являются телефонные трубки и базовые станции (БС) сопровождения мобильной связи. Отличительной особенностью сотового телефона как источника ЭМП является его максимальное приближение к пользователю на расстояние 2-5 см в неконтролируемых условиях. Мощность излучения мобильного радиотелефона (МРТ) является величиной переменной, в значительной степени зависящей от состояния канала связи "МРТ – БС", т.е. чем выше уровень сигнала БС в месте приема, тем меньше мощность излучения МРТ. Максимальная мощность находится в границах 0,125-1,000 Вт, однако в реальной обстановке она обычно не превышает 0,05-0,20 Вт. Таким образом, влиянию ЭМП подвергаются головной мозг, периферические рецепторные зоны вестибулярного и слухового анализаторов, сетчатка глаз. Негативному действию излучения сотового телефона подвергаются также и окружающие потребителя люди, когда он разговаривает по телефону. Электромагнитные поля базовых станций сотовой связи – это переменные поля, характеристики которых зависят от времени суток, насыщенности покрытия базовых станций, количества базовых станций в зоне. Именно базовые станции покрывают всю зону действия сотовой связи техногенным электромагнитным полем. В связи с тем, что базовые станции располагаются в местах постоянного пребывания человека, происходит круглосуточное влияние на человека низкоинтенсивного электромагнитного поля высокочастотного диапазона.

Анализ опубликованных данных показывает наличие высоких уровней ЭМП, в том числе тепловых значений, в местах недоступных для человека, но заселенных другими организмами. Однако нормирование ЭМП как физического фактора внешней среды проводится только с целью его санитарно-гигиенической оценки для человека, а экологические нормативы для источников ЭМП в нашей стране отсутствуют [1].

Механизм действия электромагнитного излучения на живые организмы до сих пор недостаточно понятен. Существует несколько

гипотез, объясняющих биологическое действие электромагнитного поля. В основном они сводятся к индуцированию токов в тканях и непосредственному воздействию поля на клеточном уровне, в первую очередь с его влиянием на мембранные структуры. Предполагается, что под действием электромагнитного поля может изменяться скорость диффузии через биологические мембраны, ориентация и конформация биологических макромолекул, кроме того, состояние электронной структуры свободных радикалов. По-видимому, механизмы биологического действия электромагнитного поля имеют, в основном, неспецифический характер и связаны с изменением активности регуляторных систем организма. Известно, что биологическая активность электромагнитных излучений возрастает с уменьшением длины волны, что приводит к большей "агрессивности" действия полей радиочастот по сравнению с полями промышленной частоты [1, 4, 5].

Основной критерий определения уровня воздействия ЭМП как предельно допустимого – воздействие не должно вызывать у человека даже временного нарушения гомеостаза (включая репродуктивную функцию), а также напряжения защитных и адаптационно-компенсаторных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном периоде времени.

Контроль уровней как электрического, так и магнитного поля осуществляется по значению их напряженностей (В/м и А/м, соответственно), а также для магнитного поля – по значению магнитной индукции (Тл). В зоне сформировавшейся волны контроль осуществляется по плотности потока энергии (ППЭ), Вт/м². Основным (базовым) нормируемым параметром в зарубежных нормативно-методических документах для рабочего диапазона частот системы сотовой радиосвязи является средняя удельная поглощенная мощность (англ. SAR – Specific Absorption Rate), измеряемая в Вт/кг. Эта величина представляет собой мощность, поглощаемую биологической тканью определенной массы за некоторый период времени:

$$SAR = c_j \frac{dT}{dt}, \quad (1)$$

где c_j – теплоемкость тканей человека в Дж/(кг·К); T – температура в К.

В Европе допустимое значение излучения составляет 2 Вт/кг для 10 г тканей; в США допустимые нормы более жесткие: сертифицируются только те мобильные телефоны, SAR которых не превышает 1,6 Вт/кг для 1 г тканей. Величина SAR для человеческого тела в практике международной электросвязи оценивается приближенно на основе результатов исследований, выполняемых на математических и физических моделях,

которые приближенно воспроизводят тело человека с учетом его мышц, костей, мозга, крови, печени и т.п. и основных электромагнитных характеристик (диэлектрической проницаемости, удельной проводимости) отдельных его частей [4, 8]. Так, с помощью математических моделей, воспроизводящих в натуральную величину тело человека и его отдельных частей, удалось получить картину пространственного распределения SAR , а также определить отдельные участки тела человека с максимальными и средними значениями SAR (табл.1).

Таблица 1 – Значения SAR , полученные на физических моделях головы человека [8]

Частота, при которой проводилось испытание, МГц	Область модели тела человека с максимальным значением SAR	Значение SAR в области модели тела человека, мВт/г
815.855	Мозг	1,0. ... 2,1
900	Мозг	3,6
835	Мозг	0,4....0,8
835	Ухо	1,1 ... 1,8

Международные директивы для радиочастотных устройств, в том числе и для мобильных телефонов, устанавливают предельное значение $SAR = 2,0$ Вт/кг; около уха $SAR_{max} = 0,79$ Вт/кг (при обычно принятом усреднении по 10 г ткани тела человека). Измерения коэффициента SAR принято выполнять в стандартном рабочем положении мобильного телефона в режиме максимальной мощности передатчика во всех диапазонах рабочих частот. Поскольку фактическое значение уровня SAR для работающего мобильного телефона, как правило, в 3-5 раз меньше максимальной мощности передатчика (так как конструкция телефона позволяет ему работать на мощностях, меньших максимальной), и абонент, как правило, разговаривает по мобильному телефону не непрерывно, а ограниченное время, то, по заключению экспертов, имеет место более чем 10-кратный запас по SAR по сравнению с приведенными в табл.1 результатами опытов.

Контролируемым параметром ЭМП при тотальном воздействии, например, при нахождении человека в зоне действия БС, служит ППЭ эквивалентной плоской волны. В зависимости от стандарта и частоты предельно допустимые значения ППЭ для условий профессионального воздействия изменяются от 1000 до 10000 мкВт/см², для условий непрофессионального воздействия от 200 до 2000 мкВт/см² (рис.1). В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4/2.1.8.055 96 контролируемым параметром интенсивности ЭМП в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц, включающим рабочий диапазон частот сотовой радиосвязи (300 МГц - 3 ГГц), является среднее значение ППЭ

эквивалентной плоской волны, равное $200 \text{ мкВт} \cdot \text{ч}/\text{см}^2$. Предельно допустимое значение ППЭ на конкретном рабочем месте оценивается в зависимости от времени воздействия T как $\text{ППЭ} = 200/T$ ($\text{мкВт}/\text{см}^2$). При этом независимо от продолжительности воздействия ППЭ не должна превышать $1000 \text{ мкВт}/\text{см}^2$. Исходя из предположения, что пользователь МРТ тратит на телефонные разговоры в среднем 2 ч в день, для этой категории населения установлен предельно допустимый уровень ППЭ, равный $100 \text{ мкВт}/\text{см}^2$ [2].

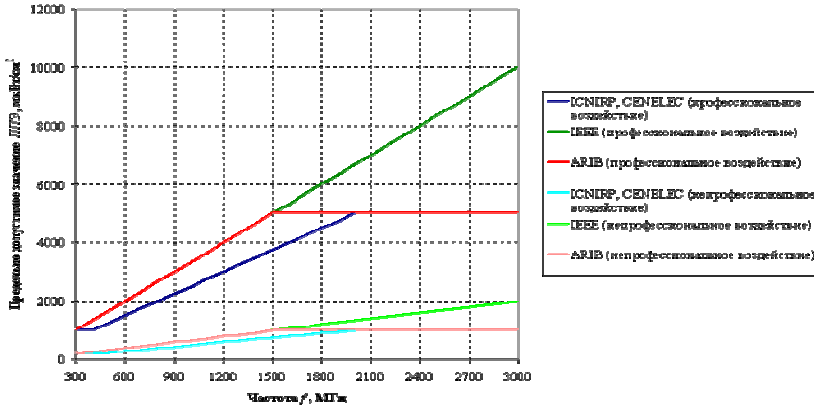


Рис. 1 – Предельно допустимое значение ППЭ для условий профессионального и непрофессионального воздействия (ICNIRP – международный стандарт; CENELEC – стандарт ЕС; ARIB – Япония; IEEE – США)

Расчет зоны ограничения застройки вокруг базовой станции сотовых средств связи (БС ССС) проводится по методике, в которой нормируются два значения плотности потока энергии (ППЭ):

- ППЭ₁ для воздействия на производственный персонал;
- ППЭ₂ для воздействия на население.

Уровень ППЭ₁ определяется как $\text{ППЭ}_1 = 200/T$, $\text{мкВт}/\text{см}^2$; где T – время воздействия ЭМП, ч. При 8- часовом рабочем дне $\text{ППЭ}_1 = 25 \text{ мкВт}/\text{см}^2$. Для населения $\text{ППЭ}_1 = 10 \text{ мкВт}/\text{см}^2$.

Схема расположения излучателя A базовой станции и типичных точек измерения ППЭ в зоне обслуживания $M_1 \dots M_4$ показана на рис.2. Точка M_1 на высоте $h_1 = 2 \text{ м}$ соответствует границе R_1 санитарно-защитной зоны, определяемой согласно [7]. Точка M_2 на высоте h_2 Точка M_3 соответствует зоне ограничения застройки на высоте h_3 , соизмеримой с высотой H_4 расположения излучателя A над поверхностью почвы. Наконец, точка M_4 на высоте h_4 , H_4 рассматривается, если определяют уровни ППЭ₁ для производственного персонала. При известных H_4 , h_b ,

R_i , где i – номер точки вычисляется расстояние r , необходимое для определения уровня ППЭ в любой точке M :

$$\text{ППЭ} = (30P_A G_A \eta_\Phi k_\Pi^2 / r^2 Z_C) F^2(\Delta; \varphi), \quad (2)$$

где P_A – мощность сигнала, излучаемого A ; G_A – коэффициент усиления A относительно изотропного излучателя; η_Φ – КПД антенно-фидерного тракта; k_Π – интерференционный множитель, учитывающий влияние подстилающей поверхности; Z_C – волновое сопротивление окружающей среды; $F^2(\Delta; \varphi)$ – значение характеристики направленности A по ППЭ для точки M с угловыми координатами Δ , φ в системе сферических координат с центром, совмещенным с серединой A .

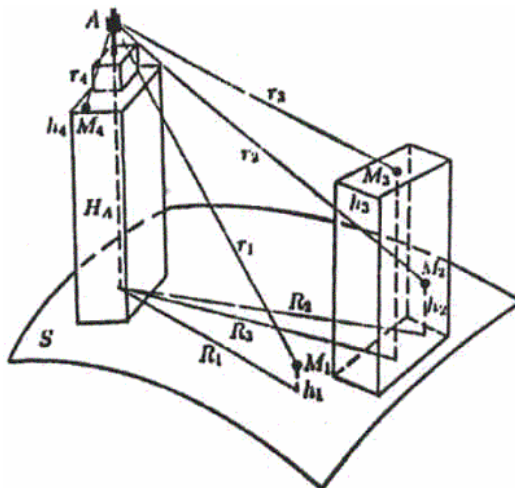


Рис.2 – Схема расположения излучателя A базовой станции сотовой связи и типичных точек измерения ППЭ в зоне обслуживания

Для типовых станций BTS-902F стандарта GSM $P_A = 20$ Вт; $G_A = 65$ (для антенны ETEL) и 13 (для штыревой антенны); $\eta_\Phi = 0,25$; кроме того, $k_\Pi = 1,15 \dots 1,3$ (принимается равным 1,2); $Z_C = 377$ Ом (для свободного пространства).

Тогда, допуская, что максимальный уровень бокового излучения A (с учетом затенения и взаимного влияния излучателей) не превышает 30 дБ, координата зоны ограничения застройки на высоте $h_3 = H_A$

$$R_0 = (30P_A G_A \eta_\Phi / \text{ППЭ}_2 Z_C)^{1/2} k_\Pi \quad (3)$$

$R_0 = 19,3$ м и 8,6 м, соответственно для антенны ETEL и штыревой антенны. Санитарно-защитная зона на высоте $h_1 = 2$ м в этом случае отсутствует: ограничение по R начинается с высоты

$$h_m = H_A - (30P_A G_A \eta_\Phi / \text{ППЭ}_2 Z_C)^{1/2} k_\Pi F_m \approx H_A,$$

поскольку уровень бокового излучения $A F_m \ll 1$.

С целью выявления уровней воздействия на человека и его среду обитания ЭМП от систем сотовой связи в условиях жилой застройки крупного города, в марте-апреле 2006 г. нами проведены полевые измерения ППЭ БС-ССС в г. Харькове. В качестве объекта исследования был выбраны радиотехнические объекты – базовая станция мобильной связи стандарта DAMPS (RBS-8) и радиорелейная станция Mini Link-15E (в дальнейшем РТО), расположенные в центральной части города в районе железнодорожного вокзала «Левада» (рис.3).

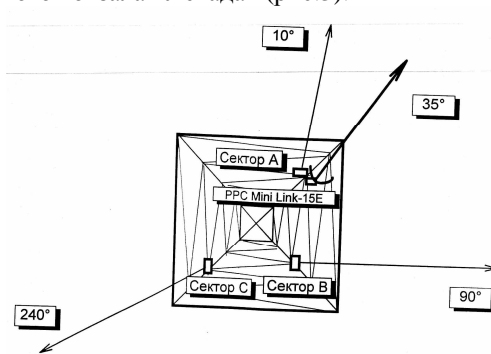


Рис. 3 – Схема расположения антенн на вышке и азимуты излучения

Исследованная базовая станция мобильной связи относится к базовым станциям стандарта DAMPS (Digital Advanced Mobile Service) – системы сотовой подвижной радиосвязи общего пользования первого поколения. Технические данные базовой станции мобильной связи стандарта DAMPS (RBS-8) приведены в табл.2.

Таблица 2 – Технические данные базовой станции мобильной связи стандарта DAMPS (RBS-8) [6]

Параметры	Значение	Примечание
1	2	3
Частота излучения	876- 879 МГц	
Мощность передатчика	30 Вт	
Количество передатчиков	3	Один передатчик на одну антенну
Тип антенны	ER 732 433	3 шт.
Коэффициент усиления антенны	18 дБ	
Диаграмма направленности антенны:		
-в горизонтальной плоскости	65°	Рис.4
-в вертикальной плоскости	7°	Рис.5
Максимальный уровень бокового излучения (в вертикальной плоскости)	-16 дБ	

Продолжение табл.2

1	2	3
Высота установки фазовых центров антенн	55 м	
Направление (азимут) излучения	$10^0, 90^0, 240^0$	Один передатчик на каждый азимут
Длины фидеров	63 м (для всех азимутов)	Тип кабеля CF7/8Cu2Y ($\sigma = 3,9$ дБ/100 м)
Потери фидеров	-2,6дБ	
Потери в разьемах АФТ	-1,0 дБ	
Общие потери в АФТ	-3,46 дБ (2,2 раза)	
Уровень экранирования передатчиков	-60дБ	
ПДУ ЭМИ для данного диапазона	2,5 мкВт/см ²	ДСНП №239 от 10.08.96 г.

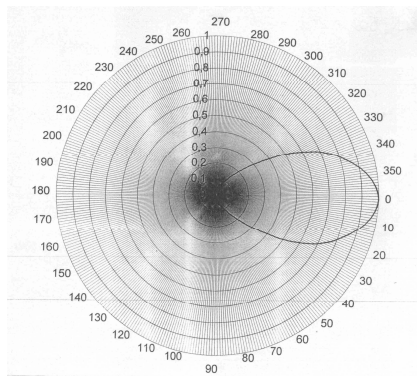


Рис.4 – Диаграмма направленности антенны ER 732 433 (мощности) в горизонтальной плоскости

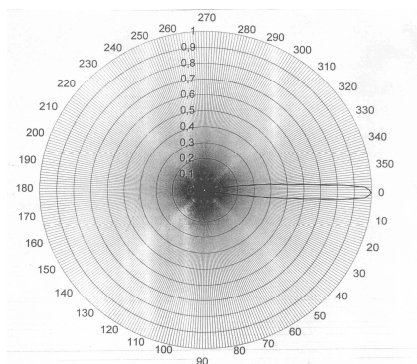


Рис.5 – Диаграмма направленности антенны ER 732 433 (мощности) в вертикальной плоскости

Измерения ППЭ на БС DAMPS (RBS-8) проводились с использованием измерительного приемника SMV-8.5 с рабочим диапазоном частот 0,01-39,65 ГГц. Прибор SMV-8.5 измеряет среднее по времени значение величины ППЭ в режимах непрерывной генерации и синусоидальной модуляции. При дополнительной погрешности порядка 5% прибор измеряет также среднее значение ППЭ импульсно-модулированного излучения при импульсной мощности на входе термисторной головки до 50 Вт и частоте повторения импульсов 50 Гц и выше. Среднеквадратичное отклонение в наиболее неблагоприятных условиях измерения не более $\pm 30\%$. Прибор рассчитан на использование при температуре внешней среды $-30 \dots +50^\circ\text{C}$.

Результаты измерений ППЭ приведены в табл.3.

Таблица 3 – Результаты измерений на прилегающей территории

(размещение точек: 1 – у подножия вышки; 2 – на перекрестке ул. 1-й Конной Армии и ул. Октябрьской Революции; 3 – на ул. Октябрьской революции; 4 – на перекрестке ул. 1-й Конной Армии и пер. Рыбасовского; 5 – на перекрестке ул. Грековской и ул. Рыбасовской; 6 – на ул. Рыбасовской)

№ точки	Высота точки измерения от поверхности земли до h (м)	Результат измерений RBS-8 (приемник SMV), мкВт/см ²			ППЭ $\sum_{\text{сект}ABC}$ (мкВт/см ²)	ПДУ (мкВт/см ²)
		П _{сектА}	П _{сектВ}	П _{сектС}		
1	2,0	$3,4 \times 10^{-6}$	$3,4 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-5}$	$5,9 \times 10^{-5}$	2,5
2	2,0	$8,6 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-5}$	0,00054	0,00064	2,5
3	2,0	0,00044	0,00017	0,00054	0,00115	2,5
4	2,0	0,00054	0,00086	0,00034	0,00174	2,5
5	2,0	0,00028	0,00242	$2,8 \times 10^{-6}$	0,00270	2,5
6	2,0	0,00684	0,00028	$4,4 \times 10^{-5}$	0,00716	2,5

Проведенные по формулам (2)-(3) расчеты показали, что основное излучение базовой станции RBS-8 направлено в горизонтальной плоскости, на высоте 55 м, по азимутам 10° , 90° и 240° , в телесных углах – 7° в вертикальной плоскости и 65° в горизонтальной плоскости (рис. 4, 5). Излучение PPC Mini Link-15E направлено в горизонтальной плоскости, на высоте 55 м, по азимуту 35° , в телесном угле $1,5^\circ$. Максимальный расчетный суммарный уровень ППМ на высоте 2 м, для всех азимутов, не превышает $0,24 \text{ мкВт/см}^2$, что более чем в 10 раз ниже предельно допустимого уровня (ПДУ) – $2,5 \text{ мкВт/см}^2$, поэтому санитарно-защитная зона не требуется.

Зона ограничения застройки (ЗОЗ) для зданий высотой до 40 м (14 этажей) – не требуется. Для более высоких зданий ЗОЗ составляет 12 м на высоте 45 м, 16 м на высоте 50 м и 61 м на высоте 55 м.

Суммарный уровень ППЭ ($\text{ППЭ}_{\sum_{\text{сект}ABC}}$) от трех передатчиков RBS-8, на высоте 2 м в точках измерений составил 0,00064-0,00716 мкВт/см², что более чем в 350 раз меньше ПДУ.

Тем не менее, при подготовке проектов размещения БС ССС в районах жилой застройки необходимо принимать во внимание, что для каждой установки, излучающей электромагнитную энергию, должны определяться санитарно-защитные зоны, в которых интенсивность ЭМП превышает ПДУ. Границы зон определяются расчетным способом для каждого конкретного случая размещения излучающей установки при работе их на максимальную мощность излучения.

Инженерно-технические защитные мероприятия основаны на использовании явления экранирования ЭМП непосредственно в местах пребывания человека либо на ограничении эмиссионных параметров источника поля. Последнее, как правило, применяется на стадии разработки изделия, служащего источником ЭМП. Обычно подразумевается два типа экранирования: 1) экранирование источников ЭМП от людей и 2) экранирование людей от источников ЭМП.

Защитные свойства экранов основаны на эффекте ослабления напряженности и искажения электрического поля в пространстве вблизи заземленного металлического предмета. При экранировании ЭМП в радиочастотных диапазонах используются разнообразные радиоотражающие и радиопоглощающие материалы. К радиоотражающим материалам относятся различные металлы и сплавы: железо, сталь, медь, латунь, алюминий. Эти материалы используются в виде листов, сетки, решеток и металлических трубок. Экранирующие свойства листового металла выше, чем сетки, сетка же удобнее в конструктивном отношении, особенно при экранировании смотровых и вентиляционных отверстий, окон, дверей и т.д. Защитные свойства сетки зависят от величины ячейки и толщины проволоки: чем меньше величина ячеек, чем толще проволока, тем выше ее защитные свойства. Отрицательным свойством отражающих материалов является то, что они в некоторых случаях создают отраженные радиоволны, которые могут усилить облучение человека.

Более удобными материалами для экранирования являются радиопоглощающие материалы. Листы поглощающих материалов могут быть одно- или многослойными. Последние обеспечивают поглощение радиоволн в более широком диапазоне. Для улучшения экранирующего действия у многих типов радиопоглощающих материалов с одной стороны впрессовывают металлическую сетку или латунную фольгу. При создании экранов эта сторона обращена в сторону, противоположную

источнику излучения. В некоторых случаях стены зданий покрывают специальными красками, в которых в качестве токопроводящих пигментов применяют коллоидное серебро, медь, графит, алюминий, порошкообразное золото. Обычная масляная краска обладает довольно большой отражающей способностью (до 30%), но гораздо лучше в этом отношении известковое покрытие.

Радиоизлучения могут проникать в помещения, где находятся люди через оконные и дверные проемы. Для экранирования смотровых окон, окон помещений, застекления потолочных фонарей, перегородок применяется металлизированное стекло, обладающее экранирующими свойствами. Такое свойство стеклу придает тонкая прозрачная пленка либо окислов металлов, чаще всего олова, либо металлов (медь, никель, серебро и их сочетания). Пленка обладает достаточной оптической прозрачностью и химической стойкостью. При нанесении пленки на обе поверхности стекла достигается ослабление до 10000 раз [3].

Радиоэкранирующими свойствами обладают практически все строительные материалы. В качестве дополнительного организационно-технического мероприятия по защите населения необходимо использовать свойство "радио-тени", возникающей в силу особенностей рельефа местности и огибания радиоволнами расположенных на ней объектов.

Санитарно-профилактическое обеспечение защиты от ЭМП включает следующие мероприятия:

- организацию и проведение контроля выполнения гигиенических нормативов, режимов работы персонала, обслуживающего источники ЭМП;
- выявление профессиональных заболеваний, обусловленных неблагоприятными факторами среды;
- разработку мер по улучшению условий труда и быта персонала, повышению устойчивости организма работающих к воздействиям неблагоприятных факторов среды.

В настоящее время разрабатываются проекты модернизации существующих AMPS сетей с учетом последних достижений технологии. В частности, один из таких вариантов предусматривает переход к стандарту CDMA-800. При этом переход осуществляется установкой одной новой базовой станции CDMA взамен трех старых стандарта AMPS. Данные новшества требуют дополнительных исследований воздействия ЭМП на среду обитания и здоровье человека, а также уточнение соответствующих санитарно-гигиенических нормативов.

1. Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / В.В. Антипов, Б.И. Давыдов, В.С. Тихончук. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 177 с.

2. Григорьев Ю.Г. Человек в электромагнитном поле (существующая ситуация, ожидаемые биоэффекты и оценки опасности) / Ю.Г. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т.37, №.4. – С.690-702.

3. Крылов В.А. Защита от электромагнитных излучений / В.А. Крылов, Т.В. Юрченкова. – М.: Сов. радио, 1972. – 164 с.

4. Любимов В.В. Биотропность естественных и искусственно созданных электромагнитных полей: Аналитический обзор / В.В. Любимов: Препринт №.7 (1103). – М.: ИЗМИРАН, 1997. – 85 с.

5. Пресман А.С. Электромагнитное поле и жизнь / А.С. Пресман. – М.: Наука, 2003. – 215 с.

6. Санитарный паспорт. РТО ХФ СП ООО «ЦССУ» – базовой станции мобильной связи стандарта DAMPS (RBS-8) и PPC Mini Link – 15Е.

7. СанПиН 2.2.4/2.18.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.

8. Gandhi O.P. Electromagnetic absorption in the human head and neck for Ericsson-GE cellular telephones / O.P. Gandhi // Final Technical Report. University of Utah. – 1993. – 92 p.

Получено 19.10.2011

УДК 697.9 (075.8)

ПОТРОВСКИ ЕЖИ ЗЫГНЕВ, д-р техн. наук, ДОРОТА КОРУБА

Свентокишинська політехніка (Польща)

А.Ф. СТРОЙ, д-р техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯ НА ПРОЦЕС ЗРОСТАННЯ ПЛІСНЯВИХ ГРИБІВ У ПРИМІЩЕННЯХ “ХВОРИХ” БУДИНКІВ

Наведено результати експериментальних досліджень, на основі яких визначено, як впливає температура повітря, його вологість і концентрація вуглекислого газу в ньому на процес зростання пліснявих грибів в приміщеннях “хворого” будинку. При обробці результатів експерименту використано методику планування експерименту.

Приведены результаты экспериментальных исследований, на основе которых определено как влияет температура воздуха, его влажность и концентрация углекислого газа в нем на процесс роста плесневых грибов в помещении “больного” дома. При обработке результатов эксперимента использована методика планирования эксперимента.

The results of experimental researches, on the basis of which is defined the impact of air temperature, humidity and the concentration of carbon dioxide on the process of growth of mushrooms molds in apartments of “sick” building, are given. When processing the results of the experiment the technique of planning the experiment are used.

Ключові слова: плісняві гриби, параметри повітря, температура, вологість, концентрація вуглекислого газу, планування експерименту.

Останнім часом у фаховій літературі по вентиляції все частіше з’являється термін – “синдром хворого будинку”. При цьому “хворим” будинком вважають будинок, в якому більше 20% мешканців почувують себе негативно, коли знаходяться в будинку. Коли покидають будинок це почуття зникає. Одним із факторів, який викликає синдром “хворого”